

氏 名	AHMAD `ATHIF BIN MOHD FAUDZI		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	工 学		
学位授与番号	博甲第4226号		
学位授与の日付	平成22年 9月30日		
学位授与の要件	自然科学研究科 産業創成工学専攻 (学位規則第5条第1項該当)		
学位論文の題目	Development of Intelligent Pneumatic Actuators and Their Applications to Physical Human-Machine Interaction System (インテリジェント空圧アクチュエータの開発とフィジカルヒューマンマシンインタラクションシステムへの応用)		
論文審査委員	教授 鈴森 康一	教授 則次 俊郎	教授 五福 明夫

### 学位論文内容の要旨

This thesis consists of seven chapters. In *Chapter 1*, the need of an application tool that can aid in chair design is proposed. Brief review on related works in intelligent actuators, human-machine interactions and other developed experiment tools are highlighted. *Chapter 2* describes the development of a small type intelligent actuator. Several experimental evaluations of position, force, compliance, viscosity, emulation and physical detection are discussed. This intelligent actuator is suitable to be used for physical human-machine interaction application such as proposed Active Links Pillow (ALP). *Chapter 3* presents the development of a new intelligent actuator that will be used for proposed physical human-machine interaction application namely Pneumatic Actuated Seating System (PASS). The hardware structure and selected parts of the actuator are presented. As in Chapter 2, we explained some experimental evaluations that are carried out. The compliance control could give the spring effect while viscosity control presents the damping property of the actuator. Combination of both controls will be used for the proposed spring-damper model on PASS. *Chapter 4* presents the distributed approach of PASS communication and control system. Here we describe the details of the algorithms for both, communication and control. Illustrations using flow charts and block diagram are included for better understanding. *Chapter 5* discusses the development of PASS structure applying the developed intelligent actuators. The overall PASS system and CAD design are presented. Some improvements and enhanced actuator designs are also discussed. *Chapter 6* describes a small pilot study of five subjects sitting tests to validate the actuators application and the proposed algorithm of spring-damper model. Two sitting tests are conducted where test 1 is for flat surface contour while test 2 is for office chair with long back. The results for high and low stiffness and viscous coefficient data are presented in 2D graphs. Test 2 is conducted after several hardware improvements by including tilt function to the aluminum plates. Stiffness and viscous coefficient studies are focused on the seat panel and presented in 2D and 3D graphs. *Chapter 7* concludes with summary of the overall research and suggestion for future work. Real-time data analysis and psychophysics approach are parts of future works in finding faster way to obtain comfortable data of stiffness and viscous coefficient.

## 論文審査結果の要旨

人体と接して動作する機械システムでは、人体の形状や硬さ分布に即して分散的に柔軟に作用するフィジカルヒューマンマシンインタラクションの実現が重要となる。このためには、制御性に優れ、集積化に適した高機能なアクチュエータが必要となる。本学位論文提出者はこのような状況を踏まえ、各種のマイクロセンサやマイクロプロセッサを集積し、自律的な制御機能やホストコンピュータとの通信機能を持ったインテリジェント空圧アクチュエータを開発し、これを形状や硬さ等の様々な力学特性を自由に制御できるヒューマンマシンインタラクションシステムに適用した。

インテリジェント空圧アクチュエータに関しては、①MEMS 技術により近年開発された光学式のマイクロエンコーダを組み込んだ測長センサを開発し、②これに加えてマイクロ圧力センサ、マイクロバルブ、マイクロプロセッサ (PSoC) を集積した空圧アクチュエータを設計し、③位置／力／コンプライアンス／ダンピング等の制御アルゴリズムを組み込んだ。これにより、ホストコンピュータの要求する力学特性を自律的に実現するとともに、接触対象物の力学特性の同定を行えることを示した。

次に、インテリジェント空圧アクチュエータを用いたフィジカルヒューマンマシンインタラクションの例として、座り心地を自由に変えられる椅子を取り上げた。36 本のインテリジェント空圧アクチュエータを集積した椅子を試作し、形状、クッション性等の力学特性を自由に設定することで様々な座り心地を実現できること、ならびに椅子と人体との接触圧分布や人体の形状情報を同時に取得できる事を実証した。

以上のように、本学位論文提出者は、近年開発されたマイクロ機能要素を集積することで高い制御性と機能を有したインテリジェント圧力アクチュエータを開発し、これを具体的なフィジカルヒューマンマシンインタラクションシステムへ応用してその有用性を実証した。これは今後の空圧アクチュエータの高機能化、ならびにフィジカルヒューマンマシンインタラクションシステムの研究展開に新たな道を開く研究成果といえ、岡山大学大学院自然科学研究科における博士論文の認定基準を満たしており、博士（工学）の学位論文として認められる。